

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 714 991 B1

(51) Int. Cl.: B28C 5/12 (2006.01)
B01F 35/80 (2022.01)
B01F 35/71 (2022.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 000628/2019

(22) Anmeldedatum: 14.05.2019

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.11.2019

(30) Priorität: 15.05.2018 CH 00603/18

(24) Patent erteilt: 30.06.2023

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.06.2023

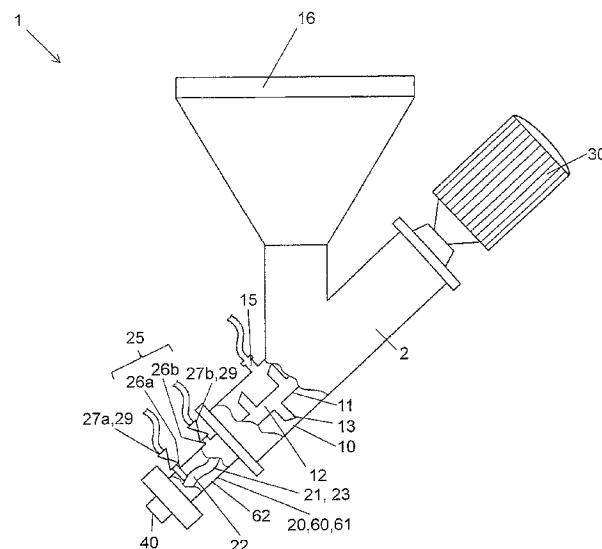
(73) Inhaber:
Saint-Gobain Weber AG, Täferstrasse 11 b
5405 Dättwil (CH)

(72) Erfinder:
Clemens Rabadi, 6700 Bludenz (AT)
Johann Balau, 97753 Karlstadt (DE)
René Wicki, 6017 Ruswil (CH)

(74) Vertreter:
Isler & Pedrazzini AG, Postfach 1772
8027 Zürich (CH)

(54) **Schüttgut zur Herstellung von Baustoffen mit unterschiedlichen Anforderungen und Verfahren zur in-situ Herstellung von Baustoffen aus Schüttgut**

(57) Schüttgut und Verfahren zur in-situ Herstellung unterschiedlicher Baustoffe aus dem Schüttgut zu Bauzwecken auf einer Baustelle unter Verwendung einer mobilen Mischvorrichtung (1). Die mobile Mischvorrichtung (1) weist einen Motor (30), eine Mischeinheit (10) und eine Gas-Zumischeinheit (20) auf. Die Mischeinheit (10) umfasst eine Schüttgut-Zufuhr (16), eine Flüssigkeit-Zufuhr (15) sowie ein Mischwerkzeug (11). Die Gas-Zumischeinheit (20) umfasst eine Gas-Zufuhr (25) sowie ein Gas-Zumischwerkzeug. Erfindungsgemäss weist das Schüttgut mindestens ein Bindemittel und mindestens eine Gas-Poren-Packung, welche mindestens einen Luftporenbildner umfasst, auf. Gemäss dem erfindungsgemässen Herstellungsverfahren wird dem Nassgut dosiert Gas zugemischt, um so die Dichte des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches kontrolliert zu reduzieren.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Schüttgüter und Verfahren zur Herstellung von Baustoffen aus einem Schüttgut.

STAND DER TECHNIK

[0002] Auf Baustellen werden Baustoffe, wie z.B. Mörtel, Putz, Estrich, Beton oder Gips, häufig in unterschiedlichen Dichten bzw. Festigkeiten benötigt. Zum Erreichen einer bestimmten Dichte bzw. Festigkeit sind dem Schüttgut, aus dem der Baustoff vor Ort unter Zusetzen von Anmachwasser erzeugt wird, sogenannte Leichtzuschläge beigemischt, welche Luft enthalten. Die in dem angemachten Baustoff enthaltene Luft beeinflusst dessen Dichte und Festigkeit.

[0003] Baustoffe werden auf Baustellen zumeist in grossen Mengen benötigt und das entsprechende Schüttgut wird oft in Silos zur Baustelle transportiert und vor Ort gelagert. Für die Herstellung von Baustoffen mit unterschiedlichen Festigkeiten und Dichten, wird Schüttgut mit unterschiedlichen Leichtzuschlägen bzw. Leichtzuschlaganteilen benötigt, so dass oft mehrere Silos zur Baustelle transportiert und dort gelagert werden müssen. Dies kann zu logistischem, ökonomischem und ökologischem Aufwand führen, auch weil der Inhalt einzelner Silos oft nicht voll verbraucht wird. Beim Wechsel des Silos zur Herstellung von Baustoffen unterschiedlicher Dichte/Festigkeit kann es zudem sein, dass die Baumischmaschine, ab- und wieder aufgebaut werden muss.

[0004] Das Zusetzen von Leichtzuschlägen in der Fabrik kann Aufwand und zusätzliche Anlagen benötigen und die Produktivität der Fabrik beeinträchtigen. Zudem kann die Produktion bzw. der Abbau von Leichtzuschlägen ökologisch problematisch sein. Auch müssen bei dem herkömmlichen Verfahren Schüttgut in grossen Volumina zur Baustelle transportiert werden, was ebenfalls logistisch, ökonomisch und ökologisch problematisch ist. Vor Ort entsteht Arbeitsaufwand, da grosse Volumina an Material in die Baumischmaschine eingebracht werden müssen. Zudem besteht die Gefahr, dass beim Befüllen, Fördern, Transport oder Anmachen die Leichtzuschläge mechanisch zerstört werden und somit ihre Wirksamkeit verlieren.

[0005] Mischvorrichtungen, wie z.B. Verputzmaschinen oder Betonmischer, zum Anmachen von Baustoffen vor Ort sind prinzipiell bekannt.

[0006] DE202016004782 beschreibt beispielsweise ein Mischgefäss mit einem Rührer zum Anmachen von Mörtel, wobei der Rührer eine vertikale Antriebswelle mit Rührelementen, wie z.B. einem Schneckengewinde, aufweist.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0007] Es ist Aufgabe der Erfindung, Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Dies wird erreicht durch ein verbessertes Verfahren zur Herstellung eines Baustoffes unter Verwendung einer verbesserten Mischvorrichtung, sowie ein verbessertes Schüttgut als Ausgangsrohstoff für die Herstellung eines Baustoffes.

[0008] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Weitere Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] In einer bevorzugten Mischvorrichtung wird zur Herstellung von Baustoffen zu Bauzwecken ein Ausgangsrohstoff, nämlich Schüttgut, mit Flüssigkeit, normalerweise Wasser gemischt, so dass ein zähflüssiges Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch, auch Nassgut genannt, entsteht. Dieser Herstellungsprozess wird auch Anmachen und das verwendete Wasser Anmachwasser genannt. Die betreffende Mischvorrichtung umfasst

- eine Mischeinheit zum Mischen eines Schüttgutes mit einer Flüssigkeit, sowie
- eine Gas-Zumischeinheit zum Zumischen eines Gases zu einem Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch.

[0010] Das erfindungsgemässe Schüttgut umfasst mindestens ein Bindemittel und mindestens eine Gas-Poren-Packung, wobei die Gas-Poren-Packung mindestens einen Luftporenbildner umfasst, wobei vorzugsweise der mindestens eine Luftporenbildner in einem Anteil von bis zu 2 Gew.-%, bevorzugter in einem Anteil von 0.05 bis 1 Gew.-% enthalten ist, in Bezug auf das Gesamtgewicht des Schüttguts, wobei es sich beim Luftporenbildner bevorzugt um ein amphoteres Tensid handelt. Das Schüttgut kann Gesteinskörnung und Zusatzstoffe bzw. Zusatzmittel aufweisen. Das Schüttgut kann dazu geeignet sein mit Flüssigkeit, wie z.B. Wasser, zu einem nassen Baustoff vermischt zu werden, der bei Austrocknen erhärtet. Das Schüttgut kann trocken sein und aus körnigem Gemenge bestehen. Das Nassgut kann als Baustoff verwendet werden und z.B. auftragen bzw. aufgespritzt werden.

[0011] Geeignete Schüttgute im Sinne der vorliegenden Erfindung sind Schüttgute in denen hydraulische oder nicht hydraulische Bindemittel enthalten sind. Dem Fachmann sind sowohl hydraulische und nicht hydraulische Bindemittel bekannt, die in Baustoffen Verwendung finden.

[0012] Das hydraulische Bindemittel kann ausgewählt werden aus Zement, hydraulischem Kalk oder Kalkhydrat und aus Kombinationen der vorgenannten Bindemittel. Bevorzugt enthält das Schüttgut mindestens ein hydraulisches Bindemittel, insbesondere in der Form von Zement, und eventuell ein oder mehrere weitere hydraulische Bindemittel.

[0013] In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung enthält das Schüttgut den hydraulischen Binder in einem Anteil von bis zu 65 Gew.-%, in Bezug auf das Gesamtgewicht des Schüttguts. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden Anteile an hydraulischem Binder von 7 bis 25 Gew.-% bevorzugt, wobei weiter ein Anteil an hydraulischem Binder von 10 bis 20 Gew.-% bevorzugt wird. Für den Fall dass das Schüttgut mindestens ein hydraulisches Bindemittel in der Form von Zement und ein oder mehrere weitere hydraulische Bindemittel enthält, ist der gewichtsbezogene Anteil an Zement bevorzugt höher als der gewichtsbezogene Anteil an dem oder den weiteren hydraulischen Mittel/n.

[0014] In dem Fall, in dem es sich bei dem Schüttgut um ein Schüttgut handelt in dem ein hydraulisches Bindemittel als Bindemittel verwendet wird, beträgt der Anteil an Gesteinskörnung bevorzugt 10 bis 90 Gew.-%, wobei weiter ein Anteil an Gesteinskörnung von 10 bis 45 Gew.-% bevorzugt wird.

[0015] Das nicht hydraulische Bindemittel kann ausgewählt werden aus Gips wie beispielsweise Stuckgips oder α -Halbhydrat, hydraulischem Kalk oder Kalkhydrat und aus Kombinationen der vorgenannten Bindemittel. Bevorzugt enthält das Schüttgut mindestens ein nicht hydraulisches Bindemittel, insbesondere in der Form von Gips, und eventuell ein oder mehrere weitere nicht hydraulische Bindemittel.

[0016] In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung enthält das Schüttgut den nicht hydraulischen Binder in einem Anteil von bis zu 95 Gew.-%, in Bezug auf das Gesamtgewicht des Schüttguts. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden Anteile an nicht hydraulischem Binder von 20 bis 85 Gew.-% bevorzugt, wobei weiter ein Anteil an hydraulischem Binder von 60 bis 85 Gew.-% bevorzugt wird. Für den Fall dass das Schüttgut mindestens ein nicht hydraulisches Bindemittel in der Form von Gips und ein oder mehrere weitere hydraulische Bindemittel enthält, ist der gewichtsbezogene Anteil an Gips bevorzugt höher als der gewichtsbezogene Anteil an dem oder den weiteren hydraulischen Mittel/n.

[0017] In dem Fall, in dem es sich bei dem Schüttgut um ein Schüttgut handelt in dem ein nicht hydraulisches Bindemittel als Bindemittel verwendet wird, beträgt der Anteil an Gesteinskörnung bevorzugt 3 bis 20 Gew.-%, wobei weiter ein Anteil an Gesteinskörnung von 5 bis 10 Gew.-% bevorzugt wird.

[0018] Die Gesteinskörnung enthält natürliche oder künstliche mineralische Gesteinskörner. Geeignete mineralische Gesteinskörner sind Sande und Steinmehle verschiedenen Ursprungs und deren Mischungen, insbesondere aber Quarzsand und Kalksteinmehl. Beispielsweise kann die Gesteinskörnung einer Mischung von Quarzsand und Kalksteinmehl umfassen.

[0019] In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung enthält das Schüttgut bis zu einem Anteil von 95 Gew.-% an Gesteinskörnung.

[0020] In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann das Schüttgut die folgende Zusammensetzung haben:

Zement	7-35	Gew.-%
Kalkhydrat	0-10	Gew.-%
Naturhydraulischer Kalk	0 - 20	Gew.-%
Quarz sand	0- 90	Gew.-%
Kalksteinmehl	0- 10	Gew.-%
Kalksteinbrechsand	0-90	Gew.-%
Stärkeaether	0-0.3	Gew.-%
Celluloseaether	0,05 - 0,2	Gew.-%
Amphotere Tenside	0,05 - 0,9	Gew.-%
Tonmineralien	0- 2	Gew.-%
Alginate	0,0 - 0,5	Gew.-%

[0021] Ein Rezepturbeispiel dafür ist:

Zement CEM I 42,5	14	Gew.-%
-------------------	----	--------

CH 714 991 B1

Kalkhydrat CL90	3	Gew.-%
Naturhydraulischer Kalk(NHL)	2	Gew.-%
Quarzsand 0,1-0,5mm	20	Gew.-%
Kalksteinmehl	14	Gew.-%
Kalksteinbrechsand 0,5-1,0	40	Gew.-%
Celluloseaether	0,13	Gew.-%
Amphotere Tenside	0,07	Gew.-%
Kaolin	1,6	Gew.-%
Alginate	0,1	Gew.-%

[0022] In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann das Schüttgut die folgende Zusammensetzung haben:

Gips	20 - 95	Gew.-%
Kalkhydrat	0-10	Gew.-%
Naturhydraulischer Kalk	0- 20	Gew.-%
Quarzsand	0 - 30	Gew.-%
Kalksteinmehl	0- 10	Gew.-%
Kalksteinbrechsand	0-70	Gew.-%
Stärkeaether	0-0.5	Gew.-%
Celluloseaether	0,10 - 0,5	Gew.-%
Amphotere Tenside	0,05 - 0,9	Gew.-%
Tonminerale	0 - 2	Gew.-%
Alginate	0-0,8	Gew.-%
Abbinderegler	0,01 - 1	Gew.-%

[0023] Ein Rezepturbeispiel dafür ist:

Stuckgips	60	Gew.-%
Alpha Halbhydrat	10	Gew.-%
Kalkhydrat CL90	3	Gew.-%
Naturhydraulischer Kalk(NHL)	10	Gew.-%
Quarzsand 0,1-0,5mm	3	Gew.-%
Kalksteinmehl	5	Gew.-%
Kalksteinbrechsand 0,5-1,0	5	Gew.-%
Celluloseaether	0,24	Gew.-%
Amphotere Tenside	0,2	Gew.-%
Kaolin	2,9	Gew.-%

Alginate	0,16	Gew.-%
Abbinderegler	0,5	Gew.-%

[0024] Das Schüttgut kann generell weitere Bestandteile in Form von Zusatzstoffen bzw. Zusatzmitteln enthalten, insbesondere kann das Schüttgut Wasserretentionsmittel wie Zelluloseether, Füllstoffe wie Kalksteinbrechsand, Stellmittel wie Stärkeäther, Abbinderegler sowie eventuell weitere, dem Fachmann bekannten Zusatzstoffe enthalten.

[0025] Das erfindungsgemässe Schüttgut umfasst eine Gas-Poren-Packung, wobei die besagte Gas-Poren-Packung beim Zumischen von Gas zu dem Nassgut die Entstehung und den Fortbestand der gebildeten Gas-Poren erleichtert. Die Gas-Poren-Packung umfasst mindestens ein Luftporenbildner oder ein Luftporenstabilisierer, wobei bevorzugt sowohl Luftporenbildner als auch Luftporenstabilisierer zum Einsatz kommen.

[0026] Geeignete Luftporenbildner sind beispielsweise Tenside, insbesondere amphotere Tenside, wobei die Luftporenbildner erfindungsgemäss in einem Anteil von bis zu 2 Gew.-%, bevorzugter in einem Anteil von 0.05 bis 1 Gew.-% vorkommen, in Bezug auf das Gesamtgewicht des Schüttguts.

[0027] Geeignete Luftporenstabilisierer sind beispielsweise organische oder mineralische Luftporenstabilisierer, wie Tonmineralien und Alginat, wobei die organischen und mineralischen Luftporenstabilisierer bevorzugt als Gemisch Verwendung finden. Die Luftporenstabilisierer sind bevorzugt in einem Anteil von bis zu 5 Gew.-%, bevorzugter in einem Anteil von 1.5 bis 3 Gew.-% enthalten, in Bezug auf das Gesamtgewicht des Schüttguts.

[0028] Das Schüttgut ist vorzugsweise Leichtzuschlagsarm und umfasst beispielsweise weniger als 10 Gew.-%, bevorzugt weniger als 5 Gew.-%, Leichtzuschlag. Das Schüttgut ist bevorzugt Leichtzuschlagsfrei und umfasst im Wesentlichen keinen Leichtzuschlag. Leichtzuschläge können beispielsweise Stoffe mit einer Schüttdichte zwischen 12 kg/m³, wie z.B. expandierendes Styropor, und 800 kg/m³, wie z.B. Blähton, sein. Häufig verwendete Leichtzuschläge sind z. B. Bims, Schaumlava, Perlit, Styropor, Blähglas, Blähton, Blähschiefer und Kesselsand.

[0029] Zur Vereinfachung wird eine geeignete Mischvorrichtung im Folgendem mitunter beispielhaft für Mörtel beschrieben; dies hat aber rein beispielhaften Charakter und die Erfindung bezieht sich ebenso auf andere geeignete Baustoffe, wie z.B. Putz, Estrich, Beton und Gips. So kann die Mischvorrichtung beispielsweise zur Herstellung von Mörtel eingerichtet sein und eine Mischeinheit zum Mischen von Nassmörtel aus Trockenmörtel und Anmachwasser sowie eine Gas-Zumischeinheit zum Zumischen von Umgebungsluft zu dem Nassmörtel umfassen.

[0030] Bevorzugt ist die Mischmaschine zur in-situ Herstellung von Baustoffen auf einer Baustelle eingerichtet.

[0031] Die Mischvorrichtung kann mobil sein. Mobil kann heissen, dass die Mischvorrichtung als handhabbare, oder fahrbare und/oder transportierbare Vorrichtung ausgebildet ist. Die Mischvorrichtung kann insbesondere tragbar ausgebildet sein.

[0032] Die Mischeinheit kann einen Motor aufweisen, welcher beispielsweise als Diesel- oder als Elektromotor ausgebildet sein kann.

[0033] Die Mischeinheit kann eine Schüttgut-Zufuhr zur Zufuhr von Schüttgut, wie z.B. einen Trichter oder einen Anschluss an ein Silo, umfassen. Die Mischeinheit kann eine Flüssigkeits-Zufuhr, wie z.B. eine Öffnung mit einem angeschlossenen Schlauch, zur Zufuhr von Flüssigkeit aufweisen. Die Mischeinheit kann ein Mischwerkzeug, wie z.B. einen Kreuzbalkenrührer, zum Mischen eines Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches umfassen.

[0034] Die Gas-Zumischeinheit kann eine Gas-Zufuhr zur Zufuhr von Gas, wie z.B. eine Öffnung mit Ventil, umfassen. Die Gas-Zumischeinheit kann ein Gas-Zumischwerkzeug, wie z.B. eine Schneckenpumpe, zum Zumischen von Gas aufweisen.

[0035] Das Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch bzw. das Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch mit zugesetztem Gas wird vereinfacht auch Nassgut genannt.

[0036] Durch das Zumischen von Gas zu dem Nassgut entsteht ein Baustoff mit erhöhtem Gasanteil, z.B. erhöhtem Gas-Poren-Gehalt, und somit reduzierter Dichte. Damit können, z.B. in-situ, Baustoffe mit gewünschter Dichte oder mit der Dichte im Zusammenhang stehenden Eigenschaften, wie z.B. Festigkeit oder Wärmeleitfähigkeit, erzeugt werden. Insbesondere kann es möglich sein, vor Ort an der Baustelle aus dem gleichen Schüttgut Baustoffe mit unterschiedlichen Anforderungen, wie beispielsweise Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit, herzustellen.

[0037] Die Mischvorrichtung kann dazu eingerichtet sein, die Menge des, zu dem Nassgut zugemischten Gases zu dosieren. Die Mischvorrichtung kann eine Gas-Zufuhr-Regulierung zur Dosierung der Menge des, dem Nassgut zugemischten Gases aufweisen. Die Gas-Zufuhr-Regulierung kann an der Gas-Zumischeinheit, insbesondere an einer oder mehreren Gas-Zufuhr-Öffnungen, angeordnet sein. Die Gas-Zufuhr-Regulierung kann zur stufenlosen Dosierung und/oder zur stufigen Dosierung der Zumischung von Gas eingerichtet sein. Die Gas-Zufuhr-Regulierung kann ein oder mehrere Ventile aufweisen, insbesondere Regelventile und/oder Ventile zur stufigen Regulierung wie sie weiter unten beschrieben werden. Insbesondere kann die Gas-Zufuhr-Regulierung ein oder mehrerer Schalter, also ein Ventil mit im Wesentlichen zwei Öffnungszuständen (Offen/Zu), aufweisen. Schalter eignen sich besonders zu dem Einsatz auf einer Baustelle, da sie stabil und einfach bedienbar konstruiert werden können.

[0038] Durch das Dossieren der Menge an Gas, welche pro Volumeneinheit und/oder pro Masseneinheit Nassgut bzw. Schüttgut zugemischt wird, kann der Gas-Anteil in dem Baustoff kontrolliert werden. Dadurch ist es möglich Baustoff mit einer spezifischen Anforderung, insbesondere in-situ, herzustellen.

[0039] Die Nutzung der vorgestellten Mischvorrichtung erlaubt es zukünftig auf einer Baustelle nur noch ein Schüttgut desselben Typs, z.B. nur noch einen Typ Mörtel, zu lagern, da dasselbe Schüttgut mit Hilfe des Mischwerkzeuges in-situ zu Nassgut mit unterschiedlichen Anforderungen verarbeitet werden kann. Dieses einzige zu lagernde Schüttgut ist bevorzugt ein leichtzuschlagfreies oder zumindest leichtzuschlagarmes Schüttgut. Durch die Nutzung der vorgestellten Mischvorrichtung kann der Wirkungsgrad der Schüttgutfabriken erhöht, Transport- und Lagerungsaufwand minimiert und die Umwelt geschützt werden. Das verwendete Schüttgut kann rein mineralisch sein und z.B. kein Styropor mehr beinhalten. Der so hergestellte Baustoff kann auf allen mineralischen Untergründen verwendbar sein.

[0040] Bevorzugt umfasst das Mischwerkzeug eine rotierende Rührvorrichtung. Die Rührvorrichtung kann auf einer Welle gelagert sein. Die Welle kann von dem Motor angetrieben werden. Die Rührvorrichtung kann einen Kreuzbalkenrührer aufweisen. Die Rührvorrichtung kann Rührblätter umfassen, welche senkrecht zu einer Welle angeordnet sein können. Die Rührvorrichtung kann eine Rührwendel aufweisen.

[0041] Bevorzugt weist die Mischvorrichtung eine Pumpe auf. Insbesondere kann die Gas-Zumischeinheit eine Pumpe aufweisen. Die Pumpe kann beispielsweise als Schneckenpumpe und/oder als Kolbenpumpe ausgebildet sein.

[0042] Die Mischvorrichtung kann eine Fördervorrichtung, beispielsweise zur Förderung des Nassgutes, aufweisen. Die Fördervorrichtung kann eine Pumpe umfassen.

[0043] Die Pumpe kann dazu eingerichtet sein, Flüssigkeit in die Mischeinheit zu saugen oder zu drücken. Die Pumpe kann dazu eingerichtet sein, Gas in die Gas-Zumischeinheit zu saugen oder zu drücken. Die Pumpe kann dazu eingerichtet sein, Nassgut aus der Mischeinheit in die Gas-Zumischeinheit zu saugen oder zu drücken. Die Pumpe kann dazu eingerichtet sein, Nassgut aus der Gas-Zumischeinheit zu saugen oder zu drücken. Die Pumpe kann dazu eingerichtet sein, Nassgut durch einen Auslass zu drücken. Das Mischwerkzeug kann als Pumpe ausgebildet sein. Das Gas-Zumischwerkzeug kann als Pumpe ausgebildet sein.

[0044] Bevorzugt umfasst das Gas-Zumischwerkzeug eine rotierende Rührvorrichtung und/oder eine rotierende Pumpvorrichtung. Beispielsweise kann das Gas-Zumischwerkzeug eine Schneckenpumpe aufweisen, welche sowohl als Rührvorrichtung wie auch als Pumpvorrichtung fungieren kann. Die Schneckenpumpe kann dazu eingerichtet sein das Nassgut in der Mischvorrichtung bewegen und gleichzeitig dem Nassgut Gas zuzumischen. Eine von dem Gas-Zumischwerkzeug umfasste Pumpe kann auch dazu eingerichtet sein, einen Unterdruck zu erzeugen, welcher der Gas-Zufuhr ermöglicht, Gas anzusaugen.

[0045] Eine Schneckenpumpe, auch archimedische Schraube oder Schraubenpumpe genannt, weist einen Rotor und einen Stator auf, wobei der Rotor Röhrelemente, z.B. in Form einer Helix oder einer Doppelhelix, aufweist. Beispielsweise kann der Rotor als Stahlwelle ausgebildet sein. Der Stator kann beispielsweise als elastisches Gummigehäuse ausgebildet sein. Die Geometrie der Schnecke beeinflusst den Durchsatz und den Druck der Schneckenpumpe. Die Schneckenpumpe kann direkt oder indirekt, also kraftwirkend, mit dem Motor verbunden sein und von diesem angetrieben werden.

[0046] Optional kann das Gas-Zumischwerkzeug als Schneckenpumpe ausgebildet sein und dazu eingerichtet sein,

- das Nassgut in der Mischvorrichtung zu bewegen,
- dem Nassgut Gas zuzumischen, und
- Gas durch eine, zwei oder mehr Gas-Zufuhr-Öffnungen in dem Stator anzusaugen.

[0047] Die Mischvorrichtung, insbesondere die Gas-Zufuhr, kann dazu eingerichtet sein, Umgebungsluft anzusaugen. Die Umgebungsluft kann dem Nassgut zur Dichtereduktion zugemischt werden. Umgebungsluft eignet sich als zugemischtes Gas besonders, da sie überall vorhanden und kostenlos ist.

[0048] Die Gas-Zufuhr kann mindestens eine Gas-Zufuhr-Öffnung, insbesondere zwei oder mehr Gas-Zufuhr-Öffnungen, aufweisen. Die Gas-Zufuhr-Öffnung kann an der Gas-Zumischeinheit, insbesondere an einem Gehäuse der Gas-Zumischeinheit, angeordnet sein. Beispielsweise kann die Gas-Zufuhr-Öffnung in dem Stator, insbesondere einem elastischen Stator, einer Schneckenpumpe der Gas-Zumischeinheit ausgebildet sein. Die Gas-Zufuhr-Öffnung kann als Kanal, beispielsweise als Kanal in einem elastischen Stator einer Schneckenpumpe, ausgebildet sein. Die Gas-Zufuhr-Öffnung kann einen Durchmesser von 0.5 mm - 3 mm, insbesondere von 1 mm - 2.5 mm, beispielsweise von 1.4 mm bis 2.1 mm, aufweisen.

[0049] Die Gas-Zufuhr kann mit Unterdruck betreibbar sein, z.B. mit einem durch eine Pumpe erzeugten Unterdruck. Beispielsweise kann eine Gas-Zufuhr-Öffnung in dem Stator einer Schneckenpumpe der Gas-Zumischeinheit ausgebildet sein, so dass durch einen, durch die Schneckenpumpe erzeugten Unterdruck, Gas durch die Gas-Zufuhr-Öffnung gesaugt wird. Das so angesogene Gas kann dem Nassgut in der Gas-Zumischeinheit durch das Rühren der Schneckenpumpe zugemischt werden, so dass die Wirkung der Schneckenpumpe das Gas sowohl zuführt wie auch zumischt.

[0050] Die Gas-Zufuhr kann mit Druckluft betreibbar sein, beispielsweise mit einem Druck zwischen 1 bar und 60 bar, bevorzugt mit einem Druck zwischen 2 bar und 40 bar, besonders bevorzugt mit einem Druck zwischen 4 bar und 12 bar. Zu diesem Zweck kann eine Druckluftquelle, wie z.B. eine Druckluftflasche, ein Druckluftförderer (z.B. ein Kompressor) oder ein Druckluftnetz, an die Mischvorrichtung angeschlossen sein.

[0051] Die Gas-Zufuhr kann, z.B. an einer Gas-Zufuhr-Öffnung, ein Ventil aufweisen. Das Ventil kann zur Dosierung der Zumischung von Gas zu dem Nassgut eingerichtet sein. Das Ventil kann insbesondere zur Regulierung der Offenstellung einer oder mehrerer Gas-Zufuhr-Öffnungen eingerichtet sein. Das Ventil kann Teil einer Gas-Zufuhr-Regulierung sein.

[0052] Das Ventil kann als Regelventil, also als Stetigventil, ausgebildet sein. Mit anderen Worten kann das Ventil dazu eingerichtet sein, eine stufenlose, also kontinuierliche, Regulierung seiner Offenstellungen zu ermöglichen. Das Regelventil kann insbesondere eine Drehsteuerung aufweisen, welche dazu eingerichtet ist, dass mittels einer Drehung die Offenstellung des Ventils stufenlos reguliert werden kann.

[0053] Die Gas-Zufuhr kann zur stufenlosen Dosierung der Zufuhr von Gas ausgebildet sein. Die Gas-Zufuhr kann ein Regelventil zur stetigen Dosierung der Zufuhr von Gas aufweisen. Beispielsweise kann ein, den Zufluss zu einer Gas-Zufuhr-Öffnung steuerndes Regelventil zur stufenlosen Dosierung der Zufuhr von Gas durch die Gas-Zufuhr-Öffnung eingerichtet sein.

[0054] Das Ventil kann zur stufigen Regulierung seiner Offenstellung eingerichtet sein. Mit anderen Worten kann das Ventil dazu eingerichtet sein, nur eine diskrete, insbesondere eine endliche, Anzahl verschiedener Offenstellungen einzunehmen.

[0055] Die Gas-Zufuhr kann zur stufigen Dosierung der Zufuhr von Gas ausgebildet sein. Die Gas-Zufuhr kann ein Ventil zur stufigen Dosierung der Zufuhr von Gas aufweisen. Beispielsweise kann ein, den Zufluss zu einer Gas-Zufuhr-Öffnung steuerndes Ventil zur stufigen Dosierung der Zuführung von Gas durch die Gas-Zufuhr-Öffnung eingerichtet sein.

[0056] Das Ventil kann als Schalter, also als Ventil mit im Wesentlichen zwei Öffnungszuständen (Offen/Zu), ausgebildet sein.

[0057] Das Ventil kann als Rückschlagventil ausgebildet sein oder ein Rückschlagventil enthalten. Das Rückschlagventil kann so angeordnet sein, dass es verhindert, dass Nassgut durch die Gas-Zufuhr aus der Mischvorrichtung austreten kann.

[0058] Bevorzugt weist die Gas-Zufuhr mindestens zwei Gas-Zufuhr-Öffnungen, insbesondere genau zwei Gas-Zufuhr-Öffnungen, auf. Jede der Gas-Zufuhr-Öffnungen kann ein Ventil aufweisen. Die Ventile können insbesondere dazu eingerichtet, die Zufuhr von Gas zu jeder der Gas-Zufuhr-Öffnungen einzeln zu regulieren.

[0059] Zwei jeweils mit einem Schalter versehene Gas-Zufuhr-Öffnungen können, über die jeweilige Offen/Zu-Stellung der Schalter, bis zu vier unterschiedliche Stufen der Zufuhr von Gas erlauben. Wenn beide Gas-Zufuhr-Öffnungen bei Offenstellung dieselbe Menge Gas zuführen können, sind drei unterschiedliche Stufen der Zufuhr von Gas möglich, nämlich:

- beide Gas-Zufuhr-Öffnungen sind geschlossen, so dass kein Gas zugeführt wird;
- genau eine der Gas-Zufuhr-Öffnungen ist geöffnet, so dass die einfache Menge an Gas zugeführt wird; und
- beide Gas-Zufuhr-Öffnungen sind geöffnet, so dass die doppelte Menge an Gas zugeführt wird.

[0060] Beispielsweise kann die Mischvorrichtung so ausgebildet sein, dass bei einem bestimmten Schüttgut, die Festigkeit des getrockneten Austrags

- ohne Gas-Zufuhr, also wenn beide Gas-Zufuhr-Öffnungen geschlossen sind, ca. 6 N/mm²;
- mit einfacher Gas-Zufuhr, also wenn genau eine Gas-Zufuhr-Öffnung geöffnet ist, ca. 4 N/mm² und
- mit doppelter Gas-Zufuhr, also wenn beide Gas-Zufuhr-Öffnungen geöffnet sind, ca. 2 N/mm²

beträgt. Die Werte können z.B. um $\pm 10\%$ variieren.

[0061] Das Mischwerkzeug und das Gas-Zumischwerkzeug können miteinander mechanisch gekoppelt sein. Beispielsweise kann eines der beiden Werkzeuge von dem Motor angetrieben werden und durch die mechanische Koppelung das andere Werkzeug antreiben. Das Mischwerkzeug und das Gas-Zumischwerkzeug können jeweils rotierend auf jeweils einer Welle gelagert sein und die beiden Wellen, z.B. durch eine Einkerbung, miteinander mechanisch gekoppelt sein. Die mechanische Koppelung kann ein Getriebe aufweisen. Das Mischwerkzeug und das Gas-Zumischwerkzeug können auch auf einer gemeinsamen Welle gelagert sein.

[0062] Die Gas-Zumischeinheit kann der Mischeinheit bezüglich der Fließrichtung des Nassguts in der Mischvorrichtung nachgelagert sein. Die Mischvorrichtung so ausgebildet sein, dass die Mischvorrichtung Nassgut aus der Mischeinheit in die Gas-Zumischeinheit bewegt.

[0063] Bevorzugt sind die Mischeinheit und die Gas-Zumischeinheit in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind.

[0064] Die Mischeinheit und die Gas-Zumischeinheit können als gemeinsame Einheit ausgebildet sein. Zum Beispiel können das Mischwerkzeug und das Gas-Zumischwerkzeug als einziges Werkzeug, z.B. als eine einzige Schneckenpumpe ausgebildet sein.

[0065] Die Mischvorrichtung kann einen Auslass zum Auslassen von Nassgut aufweisen. Insbesondere kann der Auslass zum Auslassen des von der Mischvorrichtung produzierten Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch mit zugemischtem Gas eingerichtet sein. Der Auslass kann der Gas-Zumischeinheit bezüglich der Fließrichtung des Nassguts in der Mischvorrichtung nachgelagert sein.

[0066] Die Mischvorrichtung kann dazu eingerichtet sein, Nassgut mit Druck auszulassen, beispielsweise mit einem Druck von 4 bar bis 20 bar, bevorzugt mit einem Druck von 6 bar bis 12 bar. Der Auslass kann insbesondere eine Spritzvorrichtung aufweisen, mit der das Nassgut aufgespritzt werden kann. Der Druck kann z.B. durch eine Pumpe, insbesondere durch ein als Schneckenpumpe ausgebildetes Gas-Zumischwerkzeug, erzeugt werden. Die Mischvorrichtung kann eine Vorrichtung zur Regulierung des Auslassdruckes aufweisen.

[0067] In einigen Ausführungsbeispielen ist die Mischvorrichtung mobil und zur in-situ Herstellung von Baustoffen aus einem Schüttgut und einer Flüssigkeit zu Bauzwecken auf einer Baustelle geeignet, und weist einen Motor und eine Mischeinheit zum Mischen eines Schüttgutes mit einer Flüssigkeit auf, wobei die Mischeinheit eine Schüttgut-Zufuhr zur Zufuhr von Schüttgut, eine Flüssigkeit-Zufuhr zur Zufuhr von Flüssigkeit und ein Mischwerkzeug zum Mischen eines Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches umfasst, wobei die Mischvorrichtung ferner eine Gas-Zumischeinheit zum Zumischen eines Gases zum Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch aufweist, wobei die Gas-Zumischeinheit eine Gas-Zufuhr zur Zufuhr von Gas und ein Gas-Zumischwerkzeug zum Zumischen von Gas umfasst, wobei das Gas-Zumischwerkzeug eine Schneckenpumpe umfasst und die Gas-Zufuhr mindestens zwei im Stator der Schneckenpumpe angeordnete Gas-Zufuhr-Öffnungen aufweist.

[0068] Die beschriebene Mischvorrichtung kann in einer Baumaschine, insbesondere in einem mobilen Arbeitsgerät, angeordnet sein. Die Baumaschine kann beispielsweise eine Verputzmaschine sein.

[0069] Die beschriebene Mischvorrichtung kann zusammen mit einer Lagerungseinheit zur Lagerung eines Schüttgutes und einem Wassertank und/oder einer Wasserleitung in einem Baustoff-System angeordnet sein. Die Mischvorrichtung kann insbesondere in einer Baumaschine angeordnet sein, welche in dem Baustoff-System angeordnet ist. Die Lagerungseinheit kann als ein Silo ausgebildet sein, wie es typischerweise auf Baustellen benutzt wird. Die Lagerungseinheit kann an die Schüttgut-Zufuhr so angeschlossen sein, dass Schüttgut aus der Lagerungseinheit in die Mischvorrichtung gelangen kann. Insbesondere kann das Baustoff-System eine Vorrichtung aufweisen, um die an die Mischvorrichtung abgegebene Menge an Schüttgut zu kontrollieren. Der Wassertank und/oder die Wasserleitung können an die Flüssigkeit-Zufuhr angeschlossen sein, so dass Wasser aus dem Wassertank und/oder der Wasserleitung in die Mischvorrichtung gelangen kann. Insbesondere kann das Baustoff-System eine Vorrichtung aufweisen, um die, an die Mischvorrichtung abgegebene Menge an Wasser zu kontrollieren. Die Gas-Zufuhr kann dazu eingerichtet sein, Umgebungsluft anzusaugen. Alternativ oder zusätzlich kann die Gas-Zufuhr an eine Druckluftversorgung angeschlossen sein.

[0070] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur in-situ Herstellung von Baustoffen aus dem oben beschriebenen Schüttgut zu Bauzwecken auf einer Baustelle, wie z.B. Trockenmörtel, wobei das Schüttgut mit Flüssigkeit, wie z.B. Anmachwasser, vermischt wird und dem so entstandenen Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch in-situ dosiert Gas, wie z.B. Umgebungsluft, zugemischt wird. Die dosierte Zumischung von Gas ermöglicht es die Dichte des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches, wie z.B. Nassmörtel, zu reduzieren. Insbesondere kann durch die Dosierung der Menge des zugemischten Gases pro Volumeneinheit und/oder pro Masseneinheit Nassgut bzw. Schüttgut, die Dichte des herzustellenden Baustoffes kontrolliert werden. Dadurch ist es möglich, Baustoffe mit unterschiedlichen Eigenschaften, wie beispielsweise Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit, aus dem gleichen Schüttgut, insbesondere in-situ, herzustellen.

[0071] In-situ kann bedeuten den Baustoff auf einer Baustelle, also insbesondere ausserhalb einer Fabrik, herzustellen.

[0072] Das Verfahren betrifft insbesondere die leichtzuschlagsfreie Herstellung von Baustoffen. Leichtzuschlagsfreie Herstellung kann bedeuten, dass bei dem Verfahren dem Schüttgut kein Leichtzuschlag zugeführt wird und/oder dass das Schüttgut keinen Leichtzuschlag enthält.

[0073] Das Verfahren wird bevorzugt unter Verwendung einer der vorgestellten Mischmaschinen durchgeführt.

[0074] Das Verfahren bzw. die Mischvorrichtung können dazu verwendet werden, aus dem gleichen Schüttgut zwei oder mehr Nassgüter unterschiedlicher Dichte zu erzeugen, indem jeweils unterschiedlich viel Gas zugemischt wird. Dadurch können die jeweiligen Baustoffe eine unterschiedliche, je nach Zweck individuell angepasste, Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Insbesondere kann das Verfahren bzw. die Mischvorrichtung dazu verwendet werden, aus einem leichtzuschlagsfreien oder leichtzuschlagsarmen, beispielsweise weniger als 50 Gewichts-%, bevorzugt weniger als 20 Gewichts-%, Leichtzuschlag aufweisenden, Schüttgut einen Baustoff mit

- geringer Dichte, wie z.B. weniger als 1500 kg/m^3 , insbesondere weniger als 1000 kg/m^3 ,
- geringer Festigkeit, wie z.B. weniger als 4 N mm^{-2} , insbesondere weniger als 2.5 N mm^{-2} , und/oder

- geringer Wärmeleitfähigkeit, wie z.B. weniger als $0.5 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$, insbesondere weniger als $0.3 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$,

herzustellen.

[0075] Das Verfahren bzw. die Mischvorrichtung können dazu verwendet werden, Leichtbeton aus Schüttgut für Normal- bzw. Schwerbeton zu erzeugen. Von Leichtbeton spricht man bei Betonen mit einer Trockenrohdichte mit bis zu 2000 kg/m^3 , insbesondere zwischen 800 und 2000 kg/m^3 , von Normal bzw. Schwerbeton spricht man bei Betonen mit einer Trockenrohdichte von über 2000 kg/m^3 , insbesondere von über 2050 kg/m^3 .

[0076] Das Verfahren bzw. die Mischvorrichtung können dazu verwendet werden, Leichtmörtel aus Schüttgut für Normal- bzw. Schwermörtel zu erzeugen. Von Leichtmörtel spricht man bei Mörteln mit einer Trockenrohdichte mit bis zu 1500 kg/m^3 , insbesondere zwischen 800 und 1500 kg/m^3 , von Normal bzw. Schwermörtel spricht man bei Mörteln mit einer Trockenrohdichte von über 1500 kg/m^3 , insbesondere von über 1550 kg/m^3 .

[0077] Das Verfahren kann, insbesondere unter Verwendung der beschriebenen Mischvorrichtung, so durchgeführt werden, dass der hergestellte Baustoff eine um mindestens 10%, insbesondere eine um mindestens 40%, niedrigere Trockendichte als das Schüttgut aufweist.

[0078] Das Verfahren kann, insbesondere unter Verwendung der beschriebenen Mischvorrichtung, so durchgeführt werden, dass ein erster und ein zweiter Baustoff aus einem Schüttgut hergestellt werden und der erste hergestellte Baustoff eine um mindestens 10%, insbesondere eine um mindestens 20%, niedrigere Trockendichte als der zweite hergestellte Baustoff aufweist.

[0079] Das Verfahren kann, insbesondere unter Verwendung der beschriebenen Mischvorrichtung, bevorzugt so durchgeführt werden, dass ein erstes und ein zweites Nassgut aus einem Schüttgut hergestellt werden und das erste hergestellte Nassgut eine um mindestens 10%, insbesondere eine um mindestens 20%, niedrigere Dichte als das zweite hergestellte Nassgut aufweist.

[0080] In einigen Varianten des Verfahrens wird ein Baustoff aus einem der vorgestellten Schüttgüter in-situ und unter Verwendung einer mobilen Mischvorrichtung zur in-situ Herstellung von Baustoffen aus einem Schüttgut und einer Flüssigkeit zu Bauzwecken auf einer Baustelle hergestellt, wobei die Mischvorrichtung einen Motor und eine Mischeinheit zum Mischen eines Schüttgutes mit einer Flüssigkeit aufweist, wobei die Mischeinheit eine Schüttgut-Zufuhr zur Zufuhr von Schüttgut, eine Flüssigkeit-Zufuhr zur Zufuhr von Flüssigkeit und ein Mischwerkzeug zum Mischen eines Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches umfasst, und die Mischvorrichtung ferner eine Gas-Zumischeinheit zum Zumischen eines Gases zum Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch aufweist, wobei die Gas-Zumischeinheit eine Gas-Zufuhr zur Zufuhr von Gas und ein Gas-Zumischwerkzeug zum Zumischen von Gas umfasst, und wobei das Schüttgut in der mobilen Mischvorrichtung mit Flüssigkeit vermischt wird und dem Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch in der mobilen Mischvorrichtung dosiert Gas zugemischt wird, um so die Dichte des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches zu reduzieren.

[0081] Bevorzugt wird bei dem Verfahren eine Anforderung an den herzustellenden Baustoff spezifiziert und die Dosierung des zugemischten Gases gemäss der spezifizierten Anforderung gewählt. Die Anforderung kann beispielsweise eine Anforderung an eine Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit des herzustellenden Baustoffes sein. Mit Dosierung des Gases ist die Dosierung der Menge, also z.B. Volumen und/oder Masse, des zugemischten Gases pro Einheit, also z.B. pro Volumeneinheit und/oder pro Masseneinheit, Nassgut bzw. Schüttgut gemeint. Durch das Dosieren des zugemischten Gases kann der Gas-Anteil in dem Baustoff und dadurch eine Vielzahl von Eigenschaften des Baustoffes, wie beispielsweise dessen Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit, kontrolliert werden. Bei dem Verfahren kann eine mobile Mischvorrichtung mit einer Gas-Zufuhr-Regulierung verwendet und die Gas-Zufuhr-Regulierung, vorzugsweise Ventile mindestens zweier im Stator der Schneckenpumpe angeordneten Gas-Zufuhr-Öffnungen, gemäss der spezifizierten Anforderung eingestellt werden.

[0082] Bevorzugt wird bei dem Verfahren ein erster und ein zweiter Baustoff aus dem gleichen Schüttgut hergestellt, wobei der erste und der zweite Baustoff sich in ihrer jeweiligen Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit voneinander unterscheiden, und zur Herstellung des ersten Baustoffes wird eine erste Gas-Dosierung und zur Herstellung des zweiten Baustoffes eine zweite Gas-Dosierung verwendet, wobei die erste und die zweite Gas-Dosierung sich voneinander unterscheiden. Mit anderen Worten wird dem Nassgut in dem einen Fall weniger oder mehr Gas als in dem anderen Fall zugemischt wird. Wenn der zweite Baustoff beispielsweise weniger dicht, fest und/oder wärmeleitend als der erste Baustoff sein soll, kann der zweite Baustoff mit einer höheren Gas-Dosierung als der erste Baustoff hergestellt werden, so dass dem zweiten Baustoff mehr Gas zugemischt wird. Vorzugsweise ist der erste Baustoff derart, dass die Dichte der erhärteten Masse mehr als 800 kg/m^3 beträgt, und der zweite Baustoff derart, dass die Dichte der erhärteten Masse weniger als 600 kg/m^3 beträgt. Ein Baustoff, dessen erhärtete Masse eine Dichte von unter 600 kg/m^3 aufweist, kann verbesserte Schalldämpfung-Eigenschaften aufweisen.

[0083] In einem weiteren Verfahrensschritt kann das mit Gas vermischte Nassgut bautechnisch appliziert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0084] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen beschrieben, die lediglich zur Erläuterung dienen und nicht einschränkend auszulegen sind. In den Zeichnungen zeigen schematisch:

Fig. 1 eine Mischvorrichtung; und

Fig. 2 eine Schneckenpumpe.

BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0085] Fig. 1 zeigt eine Mischvorrichtung 1 mit einer Mischeinheit 10 und einer Gas-Zumischeinheit 20. Die Mischvorrichtung 1 weist ferner einen Motor 30, eine Schüttgut-Zufuhr 16 in Form eines Trichters, eine Flüssigkeit-Zufuhr 15 sowie eine Gas-Zufuhr 25 auf.

[0086] An der Mischeinheit 10 sind die Schüttgut-Zufuhr 16 und die Flüssigkeit-Zufuhr 15 so angeordnet, dass zugeführtes Schüttgut und zugeführte Flüssigkeit durch das in der Mischeinheit 10 angeordnete Mischwerkzeug 11 miteinander zu einem Nassgut gemischt werden können. Die Flüssigkeit-Zufuhr 15 ist über einen Schlauch an eine Flüssigkeitsquelle (nicht dargestellt), beispielsweise einen Wassertank oder einen Wasserleitungsanschluss, angeschlossen. In dem abgebildeten Beispiel ist das Mischwerkzeug 11 als auf einer Welle 12 gelagerter Kreuzbalkenrührer mit zur Welle senkrecht angeordneten Röhrelementen 13 ausgebildet. Das Röhrelement 13 können beispielsweise aber auch als Rührwendel ausgebildet.

[0087] Die Gas-Zumischeinheit 20 ist der Mischeinheit 10 nachgelagert, so dass Nassgut von der Mischeinheit 10 in die Gas-Zumischeinheit 20 transportiert wird. Das in der Gas-Zumischeinheit 20 angeordnete Gas-Zumischwerkzeug 21 ist als Schneckenpumpe 61, also als archimedische Schraube, ausgebildet. Die Schneckenpumpe 61 umfasst auf einer Welle 22 gelagerte Helix-förmige Röhrelemente 23 und wirkt als Pumpe 60, so dass sie das Nassgut aus der Mischeinheit 10 in die Gas-Zumischeinheit 20 saugt. An der Gas-Zumischeinheit 20 ist eine, zwei Gas-Zufuhr-Öffnungen 26a, 26b aufweisende, Gas-Zufuhr 25 angeordnet. Die Gas-Zufuhr-Öffnungen 26a, 26b sind in dem Stator 62 der Schneckenpumpe 61 angeordnet und jeweils mit einem Ventil 27a, 27b (symbolisch eingezeichnet) versehen. Wenn das erste Ventil 27a geöffnet ist, wird Gas, vorzugsweise Umgebungsluft, durch die Schneckenpumpe 61 angesaugt und durch deren Rührbewegung mit dem Nassgut vermischt. Das Nassgut wird dadurch mit Gas angereichert, wodurch die Dichte sinkt und weitere Eigenschaften des Baustoffs, wie beispielsweise Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit, modifiziert werden. Durch das Öffnen des zweiten Ventils 27b kann noch mehr Gas angesogen und so die Dichte des Nassgutes noch weiter reduziert werden. Die beiden Ventile 27a, 27b können als Gas-Zufuhr-Regulierung 29 fungieren und es erlauben, die Menge des, dem Nassgut zugemischten Gases zu dosieren. Die beiden Ventile 27a, 27b können als Regelventile ausgebildet sein, und so eine stufenlose Feineinstellung des Gas-Anteils in dem Nassgut ermöglichen. In alternativen Ausführungsbeispielen wird das Gas der Gas-Zumischeinheit 20 mittels und/oder als Druckluft zugeführt (nicht dargestellt).

[0088] In dem gezeigten Beispiel sind die Mischeinheit 10 und die Gas-Zumischeinheit 20 in einem gemeinsamen Gehäuse 2 angeordnet. Das Mischwerkzeug 11 und das Gas-Zumischwerkzeug 21 sind beide als rotierende Werkzeuge ausgebildet und jeweils auf einer Welle 12, 22 gelagert. Der Motor 40 ist an einem Ende des Gehäuses 2 angeordnet und treibt die Welle 12 des Mischwerkzeuges 11 an. Die Welle 12 des Mischwerkzeuges 11 ist mit der Welle 22 des Zumischwerkzeuges 21 mechanisch gekoppelt, so dass sie diese antreibt. Diese mechanische Koppelung kann beispielsweise durch eine Kerbe mit einem darin eingreifenden Flügel oder ein Getriebe (beides nicht dargestellt) erfolgen. An dem anderen Ende des Gehäuses 2 ist der Auslass 40 angeordnet, durch welchen das, ggf. mit Gas versetzte, Nassgut ausgelassen werden kann. Der Auslass 40 kann beispielsweise mit einer Spritzvorrichtung (nicht dargestellt) verbunden sein, so dass das Nassgut unter dem von der Pumpe 60 erzeugten Druck ausgespritzt werden kann. Dadurch kann die Mischvorrichtung 1 für die Technik des Haftspritzauswurfes geeignet sein und z.B. in einer Verputzmaschine verwendet werden.

[0089] Fig. 2 zeigt eine Schneckenpumpe 61 mit einem Rotor 63 und einen diesen umgebenden Stator 62. Das Röhrelement 23 des Rotors 63 ist als Helix-förmige Stahlwelle und der Stator 62 als elastisches Gummigehäuse ausgebildet. Wie vom Prinzip der archimedischen Schraube bekannt, bilden sich beim Rotieren zwischen dem Stator 62 und dem Rotor 63 Kammern 64 aus, durch das Material von einem Ende der Schnecke zum anderen Ende der Schnecke transportiert wird. Durch die Rotation wird das in den Kammern 64 befindliche Material im Zusammenspiel mit der Gravitation durchgewirbelt. Wenn eine Kammer 64 Nassgut und Gas aufweist, werden dadurch z.B. Gas-Poren in dem Nassgut eingeschlossen und so die Dichte des Nassgutes reduziert.

[0090] In dem gezeigten Beispiel dreht sich der formstabile Rotor 63 so in dem elastischen Stator 62, dass die Kammern 64, zumindest im Wesentlichen, Gas-dicht ausgebildet sind. Dadurch entsteht am Anfang der Schnecke ein Unterdruck und am Ende der Schnecke ein Überdruck, so dass die Schnecke als Pumpe fungieren kann. Eine solche Schneckenpumpe 61 kann sowohl als Rührvorrichtung wie auch als Pumpe in der Mischvorrichtung fungieren und z.B. als Gas-Zumischwerkzeug verwendet werden.

[0091] Der Stator 62 kann als Gas-Zufuhr-Öffnungen ausgebildete Öffnungen aufweisen (nicht gezeigt). Durch die Öffnungen kann die Schnecke Gas, wie beispielsweise Umgebungsluft oder sonstiges, an die Öffnungen geleitetes Gas, in die Kammern 64 saugen. Die Öffnungen können beispielsweise einen Durchmesser von 1 mm bis 2.5 mm aufweisen.

[0092] Figur 1 zeigt eine Mobile Mischvorrichtung 1 zur in-situ Herstellung von Baustoffen aus einem Schüttgut und einer Flüssigkeit zu Bauzwecken auf einer Baustelle, aufweisend einen Motor 30 und eine Mischeinheit 10 zum Mischen eines Schüttgutes mit einer Flüssigkeit, wobei die Mischeinheit 10

- eine Schüttgut-Zufuhr 16 zur Zufuhr von Schüttgut,
- eine Flüssigkeit-Zufuhr 15 zur Zufuhr von Flüssigkeit und
- ein Mischwerkzeug 11 zum Mischen eines Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Mischvorrichtung 1 eine Gas-Zumischeinheit 20 zum Zumischen eines Gases zum Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch aufweist, wobei die Gas-Zumischeinheit 20

- eine Gas-Zufuhr 25 zur Zufuhr von Gas und
- ein Gas-Zumischwerkzeug 21 zum Zumischen von Gas umfasst.

[0093] Dabei weist die dargestellte Mischvorrichtung 1, insbesondere die Gas-Zumischeinheit 20, eine Pumpe 60 auf.

[0094] In der in Figur 1 dargestellten mobilen Mischvorrichtung 1 umfasst das Gas-Zumischwerkzeug 21 eine rotierende Rühr- und/oder Pumpvorrichtung, insbesondere eine Schneckenpumpe 61, wie in Figur 2 dargestellt.

[0095] Wenn das Gas Umgebungsluft ist, kann die Mischvorrichtung 1, insbesondere die Gas-Zufuhr 25, dazu eingerichtet sein, Umgebungsluft anzusaugen.

[0096] In der in Figur 1 dargestellten mobilen Mischvorrichtung 1 weist die Gas-Zufuhr 25 zwei Gas-Zufuhr-Öffnungen 26a, 26b, auf.

[0097] Entsprechend weist jede der dargestellten Gas-Zufuhr-Öffnungen 26a, 26b ein Ventil 27a, 27b auf, welches dazu eingerichtet ist, die Zufuhr von Gas durch die jeweilige Gas-Zufuhr-Öffnung 26a, 26b zu regulieren.

[0098] Die Gas-Zufuhr 25 kann zur stufenlosen Regulierung der Zufuhr von Gas ausgebildet sein, und weist vorteilhafterweise ein Regelventil zur stetigen Regulierung der Zufuhr von Gas auf.

[0099] Die Gas-Zufuhr 25 kann gemäss einem weiteren, nicht dargestellten Ausführungsbeispiel, zur stufigen Regulierung der Zufuhr von Gas ausgebildet sein, und weist dazu ein Ventil zur stufigen Regulierung der Zufuhr von Gas auf.

[0100] Die in Figur 1 dargestellte Mischvorrichtung 1 weist eine Gas-Zufuhr-Regulierung 29 zur Dosierung der Zumischung von Gas auf wobei insbesondere die Gas-Zufuhr-Regulierung 29 mindestens zwei Ventile 27a, 27b aufweist.

[0101] Dabei kann die Gas-Zufuhr 25 dazu eingerichtet sein, mit Unterdruck oder mit Druckluft betrieben zu werden.

[0102] In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel einer mobilen Mischvorrichtung 1 sind das Mischwerkzeug 11 und das Gas-Zumischwerkzeug 21 mechanisch miteinander gekoppelt, wobei eines der beiden von dem Motor 30 angetrieben ist und über die mechanische Koppelung das andere antreibt.

[0103] In der in Figur 1 dargestellten mobilen Mischvorrichtung 1 ist die Gas-Zumischeinheit 20 der Mischeinheit 10 bezüglich der Fliessrichtung des Nassguts, also des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches bzw. des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches mit zugesetztem Gas, nachgelagert.

[0104] Die Mischeinheit 10 und die Gas-Zumischeinheit 20 können in einem gemeinsamen Gehäuse 2 angeordnet sein.

[0105] Die in Figur 1 dargestellte Mischvorrichtung 1 weist einen Auslass 40 zum Auslassen, insbesondere zum Auslassen unter Druck, von Nassgut auf, wobei der Auslass 40 der Gas-Zumischeinheit 20 bezüglich der Fliessrichtung des Nassguts in der Mischvorrichtung 1 nachgelagert ist.

[0106] Gemäss eines nicht-dargestellten Ausführungsbeispiels weist ein Baustoff-System

- eine Lagerungseinheit, insbesondere ein Silo, zur Lagerung eines Schüttgutes,
 - eine mobile Mischvorrichtung 1 wie oben beschrieben und vorzugsweise wie in Figur 1 dargestellt, und
 - einen Wassertank und/oder eine Wasserleitung auf.
- Dabei ist die Lagerungseinheit an die in Figur 1 gezeigte Schüttgut-Zufuhr 16 und
- der Wassertank und/oder die Wasserleitung ist an die in Figur 1 gezeigte Flüssigkeit-Zufuhr 15 angeschlossen, und
 - die Gas-Zufuhr 25 ist dazu eingerichtet, Umgebungsluft anzusaugen und/oder an eine Druckluftversorgung angeschlossen zu sein.

[0107] Ein nicht dargestelltes Ausführungsbeispiel betrifft ein Verfahren zur in-situ Herstellung von Baustoffen aus dem oben beschriebenen Schüttgut, vorzugsweise unter Verwendung einer mobilen Mischvorrichtung 1 wie oben beschrieben und vorzugsweise wie in Figur 1 dargestellt, wobei das oben beschriebene Schüttgut mit Flüssigkeit vermischt wird.

[0108] Dem Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch wird dabei in-situ dosiert Gas zugemischt, um so die Dichte des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches zu reduzieren.

- Vorzugsweise wird in dem entsprechenden Verfahren eine Anforderung an den herzustellenden Baustoff, insbesondere eine Anforderung an eine Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit des herzustellenden Baustoffes, spezifiziert; und
- die Dosierung des zugemischten Gases wird gemäss der spezifizierten Anforderung gewählt.

[0109] Gemäss eines besonders bevorzugten Ausführungsbeispiels wird

- für das Verfahren eine mobile Mischvorrichtung 1 gemäss Figur 1 mit einer Gas-Zufuhr-Regulierung 29 verwendet wird; und
- die Gas-Zufuhr-Regulierung 29 wird gemäss der spezifizierten Anforderung eingestellt.

[0110] Mit diesem Verfahren kann

- ein erster und ein zweiter Baustoff aus demselben Schüttgut hergestellt werden, wobei sich

der erste und der zweite Baustoff in ihrer jeweiligen Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit voneinander unterscheiden.

[0111] Zur Herstellung des ersten Baustoffs wird dazu eine erste Gas-Dosierung und zur Herstellung des zweiten Baustoffes eine zweite Gas-Dosierung verwendet, wobei die erste und die zweite Gas-Dosierung sich voneinander unterscheiden.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0112]

1	Mischvorrichtung
2	Gehäuse
10	Mischeinheit
11	Mischwerkzeug
12	Welle
13	Rührelement
15	Flüssigkeit-Zufuhr
16	Schüttgut-Zufuhr
20	Gas-Zumischeinheit
21	Gas-Zumischwerkzeug
22	Welle
23	Rührelement/Helix
25	Gas-Zufuhr
26a	Gas-Zufuhr-Öffnung
26b	Gas-Zufuhr-Öffnung
27a	Ventil
27b	Ventil
29	Gas-Zufuhr-Regulierung
30	Motor
40	Auslass
60	Pumpe
61	Schneckenpumpe
62	Stator
63	Rotor
64	Kammer

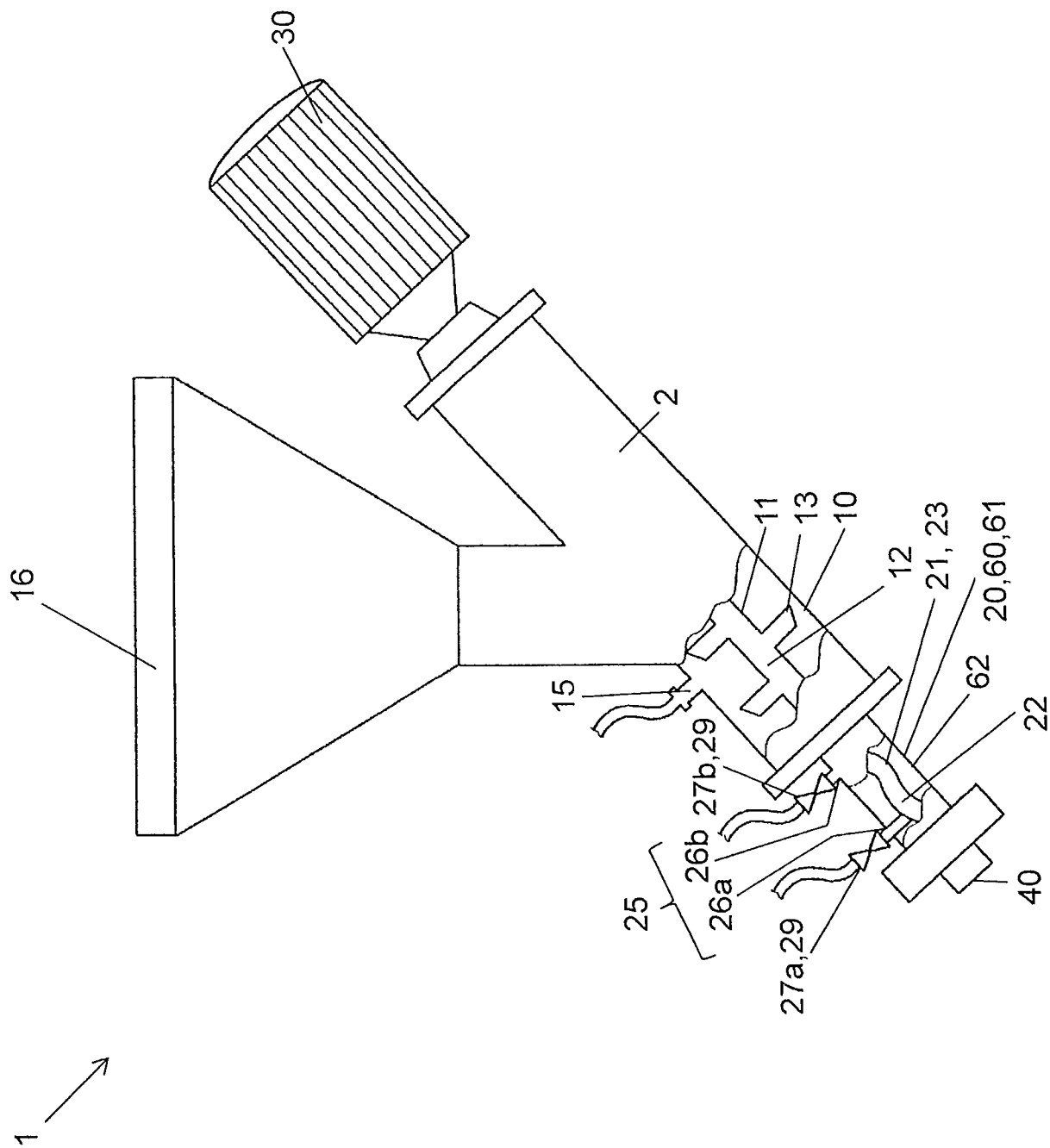
Patentansprüche

1. Schüttgut zum Herstellen eines Baustoffs, umfassend mindestens ein Bindemittel und mindestens eine Gas-Poren-Packung, wobei die Gas-Poren-Packung mindestens einen Luftporenbildner umfasst, wobei vorzugsweise der min-

destens eine Luftporenbildner in einem Anteil von bis zu 2 Gew.-%, bevorzugter in einem Anteil von 0.05 bis 1 Gew.-% enthalten ist, in Bezug auf das Gesamtgewicht des Schüttguts, wobei es sich beim Luftporenbildner bevorzugt um ein amphoteres Tensid handelt.

2. Schüttgut gemäss Anspruch 1, wobei die Gas-Poren-Packung weiter mindestens einen Luftporenstabilisierer umfasst, wobei vorzugsweise der mindestens eine Luftporenstabilisierer in einem Anteil von bis zu 5 Gew.-%, bevorzugter in einem Anteil von 1.5 bis 3 Gew.-% enthalten ist, in Bezug auf das Gesamtgewicht des Schüttguts.
3. Schüttgut gemäss Anspruch 1 oder 2, wobei das Schüttgut im Wesentlichen leichtzuschlagsfrei ist.
4. Verfahren zur in-situ Herstellung eines Baustoffes aus einem Schüttgut zu Bauzwecken auf einer Baustelle, beinhaltend die folgenden Schritte:
 - a.) Bereitstellen eines Schüttguts gemäss einem der Ansprüche 1-3;
 - b.) Vermischen des Schüttguts in einer mobilen Mischvorrichtung (1) mit einer Flüssigkeit zu einem Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch;
 - c.) dosiertes Zumischen eines Gases zum Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch in der mobilen Mischvorrichtung (1), um so die Dichte des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches zu reduzieren,
 - wobei die mobile Mischvorrichtung (1) einen Motor (30) und eine Mischeinheit (10) zum Mischen des Schüttgutes mit der Flüssigkeit aufweist, wobei die Mischeinheit (10)
 - o eine Schüttgut-Zufuhr (16) zur Zufuhr des Schüttguts,
 - o eine Flüssigkeit-Zufuhr (15) zur Zufuhr der Flüssigkeit und
 - o ein Mischwerkzeug (11) zum Mischen des Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisches umfasst, wobei die Mischvorrichtung (1) eine Gas-Zumischeinheit (20) zum Zumischen eines Gases zum Schüttgut-Flüssigkeit-Gemisch aufweist, wobei die Gas-Zumischeinheit (20)
 - o eine Gas-Zufuhr (25) zur Zufuhr des Gases und
 - o ein Gas-Zumischwerkzeug (21) zum Zumischen des Gases umfasst.
5. Verfahren gemäss Anspruch 4, beinhaltenden die folgenden Schritte:
 - Spezifizieren einer Anforderung an eine Dichte, Festigkeit und/oder Wärmeleitfähigkeit des herzustellenden Baustoffes; und
 - Wählen der Dosierung des zugemischten Gases gemäss der spezifizierten Anforderung.
6. Verfahren gemäss Anspruch 5, beinhaltend die folgenden Schritte:
 - Einstellen von Ventilen (27a, 27b) einer von mindestens zwei in einem Stator (62) einer Schneckenpumpe (61) angeordneten Gas-Zufuhr-Öffnungen (26a, 26b) der mobilen Mischvorrichtung gemäss der spezifizierten Anforderung.

FIG. 1



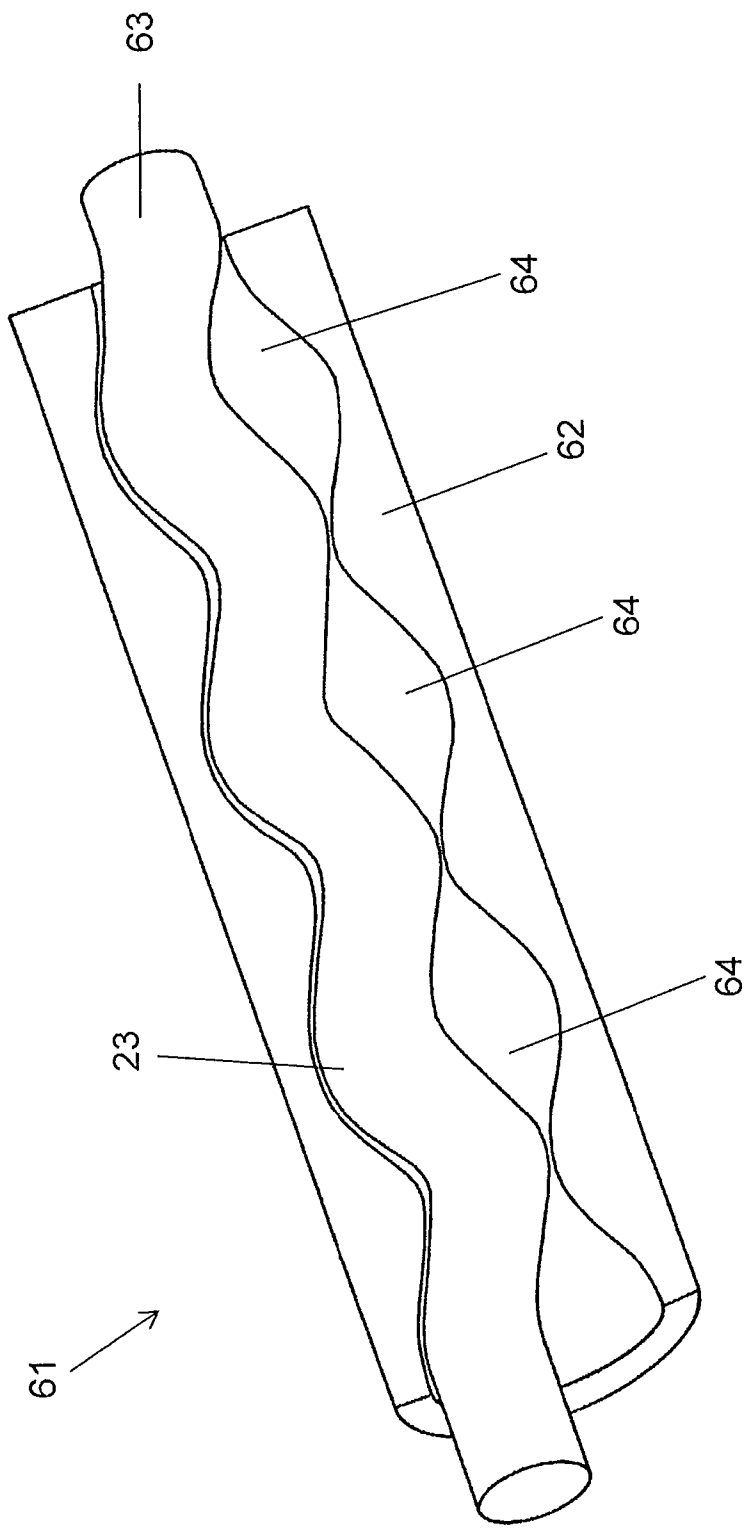


FIG. 2